

得到
$$EB = \frac{EA \sin U}{\sin(V + U)} \quad (2)$$

由式 (1)、式 (2) 可得

$$\Delta TCPA = \frac{OC_2 \cdot \sin T}{EB} t_0 = \frac{OE t_0}{EA \sin U} \cdot \sin V \sin T = \frac{OE t_0}{EA \sin U} \cdot \sin V \cos(U + V) = \frac{OE t_0}{2EA \sin U} [\sin(2V + U) - \sin U] \quad (3)$$

对于一个特定的交叉相遇局面, U 是定值 (本船反航向与 $RML 1$ 的交角), 而 V 是变量, 一般情况下, $V \in (0, \angle AED)$; 特殊情况:

当 $V = 0$ 时, 无变速行动; 当 $V = \angle AED$ 时, 本船停车, $v = 0$; 当 $V > \angle AED$ 时, 本船倒车; 当 $V < 0$ 时, 本船加速航行。

2 对 $\Delta TCPA$ 的讨论

由式 (3) 可得

1) 当 $2V + U = U$, 即 $V = 0$ 时, $\Delta TCPA = 0$. 其物理意义: 本船无减速行动 ($v_1 = v_0$. 式中: v_0 为原航速; v_1 为对应 $RML 1$ 的本船航速, 依次类推), $RML 1$ 见图 1;

2) 当 $2V + U \in (U, \frac{c}{2})$, 即 $0 < V < 45^\circ - \frac{U}{2}$ 时, ($RML 2$ 与 $RML 1$ 之间), $\Delta TCPA$ 递增 ($v_2 < v < v_0$).

3) 当 $2V + U = \frac{c}{2}$, 即 $V = 45^\circ - \frac{U}{2}$, $\Delta TCPA$ 达最大值

$$\Delta TCPA_{\max} = \frac{OE}{2EA} (\frac{1}{\sin U} - 1) t_0$$

此时, 本船的新航速为 $v_2 = BD \frac{60}{t_0}$

$$BD = \frac{ED \cdot \sin W}{\sin \theta} = \frac{ED \cdot \sin W}{\sin(q + W)}$$

将 $V = 45^\circ - \frac{U}{2}$, $W = 180^\circ - (q + V + U)$ 代入

得
$$BD = \frac{ED \cdot \sin(q + 45^\circ + \frac{U}{2})}{\sin(45^\circ + \frac{U}{2})} =$$

$$ED [\sin q \cot(45^\circ + \frac{U}{2}) + \cos q]$$

$$v_2 = \frac{60}{t_0} \cdot ED \cdot [\sin q \cot(45^\circ + \frac{U}{2}) + \cos q]$$

式中: ED 为他船时间为 t_0 时的航程; q 为他船与本船的真航向的交角. 以上两者经雷达观测均可

视为已知. 由上可知, 当本船减速后新航速为 v_2 时, $\Delta TCPA$ 最大, 即 $TCPA_2$ 最大.

4) 当 $2V + U \in (\frac{c}{2}, 180^\circ - U)$ 时, 即 $45^\circ - \frac{U}{2} < V < 90^\circ - U$ ($RML 2$ 与 $RML 3$ 之间) $\Delta TCPA$ 递减 ($v_3 < v < v_2$).

5) 当 $2V + U = 180^\circ - U$ 即 $V = 90^\circ - U$ 时 ($\triangle EBD$ 为直角三角形), $\Delta TCPA = 0$, $TCPA_3 = TCPA_0$, 亦即图中的 $RML 3$ (P_3, C_3 重合). 此时, 新航速为

$$v_3 = BD \frac{60}{t_0} \quad BD = ED \cdot \cos q$$

$$v_3 = \frac{60ED}{t_0} \cos q$$

6) 当 $2\angle DEA + U > 2V + U > 180^\circ - U$, 即 $\angle DEA > V > 90^\circ - U$ 时 ($RML 4$)

$$TCPA_4 = \frac{C_4 E}{EB} t_0 - \frac{C_4 P_4}{EB} t_0 =$$

$$\frac{OE}{EA} t_0 - \frac{C_4 P_4}{EB} t_0 = TCPA_0 - \Delta TCPA$$

此时 Δ 取负值, 同理可求得

$$\Delta TCPA = \frac{OE t_0}{2EA \sin U} [\sin(2V + U) - \sin U]$$

由于 $2V + U > 180^\circ - U$
故 $\Delta TCPA > 0$ $TCPA_4 < TCPA_0$, 即: $TCPA$ 递减 ($0 < v < v_3$)

7) 当 $2V + U = 2\angle DEA + U$, 即 $V = \angle DEA$ 时 ($RML 5$)

本船速度为零, 即本船停车 ($v_5 = 0$)

$$\left. \begin{aligned} \frac{AD}{\sin V} &= \frac{ED}{\sin U} \quad \sin V = \frac{AD \sin U}{ED} \\ \cos(U + V) &= \cos(180^\circ - q) = -\cos q \end{aligned} \right\}$$

代入式 (3) 得

$$\Delta TCPA = - \frac{OE t_0}{EA \sin U} \cdot \frac{AD \sin U}{ED} \cos q =$$

$$- \frac{OE}{EA} t_0 \cdot \frac{AD}{ED} \cos q = \frac{v_{\text{本}}}{v_{\text{他}}} \cdot TCPA_0 \cdot \cos q$$

(负号表示 $\Delta TCPA$ 减小)

8) 当 $V > \angle AED$ 时, 即本船倒车, 倒车速度为 v_6

(1) 航向交角 q 较大, 而使 $\angle AED < 90^\circ$, 则存在有效最大倒车速度

$$v_{6\max} = (\frac{AE}{\cos U} - AD) \frac{60}{t_0}, TCPA = 0$$

当倒车速度超过 $v_{6\max}$ 时, 对避让他船已无实际意义, 见图 2 虚线 c .

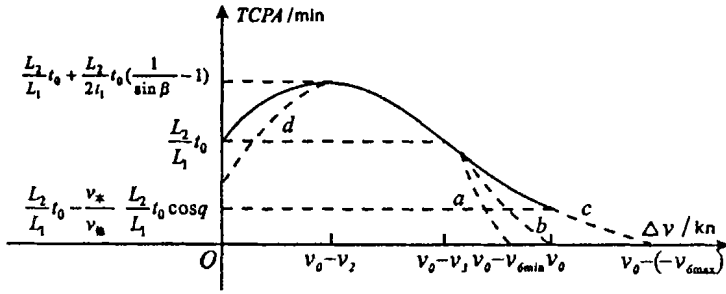


图 2 TCPA 与 Δv(减幅)的关系图

v_0 原航速; L_1-AE ; L_2-OE

(2) 若航向交角 q 较小而使 $\angle AED > 90^\circ$, 无倒车必要, 存在有效最小新航速

$$v_{6min} = (AD - \frac{AE}{\cos U}) \frac{60}{t_0}, TCPA = 0$$

当新航速小于 v_{6min} 时, 对避让无实际意义, 见图 2 虚线 a .

(3) 当 $\angle AED = 90^\circ$ 时, 本船停车时 $TCPA$ 刚好等于零, 见图 2 虚线 b .

3 对 DCPA 变化规律的讨论

$$DCPA = OE \cdot \sin V$$

1) 若两船航向交角 q 较大而使 $\angle AED < 90^\circ$, 则 $DCPA$ 按 $OE \cdot \sin V$ 计算, $DCPA$ 值由 V 决定. 当倒车时, 可使 $V = V = 90^\circ$, 从而取得 $DCPA_{max} = OE$, 此时, 对应的倒车速度 $v_{6max} = (\frac{AE}{\cos U} - AD) \frac{60}{t_0}$, 见图 1. 倒车速度超过 v_{6max} , 对避让已无实际意义, 见图 3 实线.

2) 若两船航向交角 q 较小而使 $\angle AED > 90^\circ$, 则存在 $DCPA_{max} = OE \sin 90^\circ = OE$, 此时, 对应的新航速为 $v_{6min} = (AD - \frac{AE}{\cos U}) \frac{60}{t_0}$, 若再减速, 对避让已无实际意义, 见图 4 实线.

3) 当 $\angle AED = 90^\circ$ 时, $DCPA_{max} = OE$, 对应的航速 $v_{6min} = 0$.

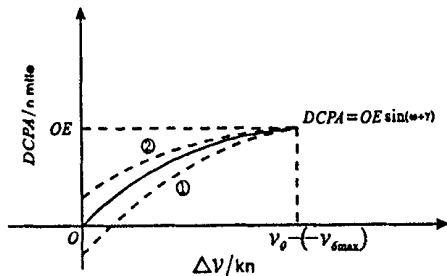


图 3 $V < 90^\circ$ 时本船慢车及倒车时的 $DCPA$ 与 Δv 的关系图 (实线)

虚线①为初始 RML 过本船尾; 虚线②为初始 RML 过本船首

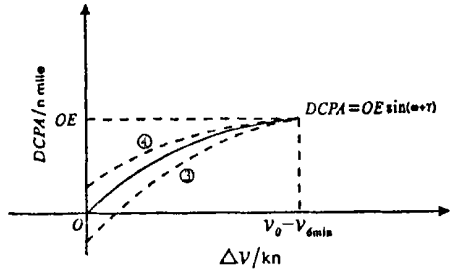


图 4 $V > 90^\circ$ 时本船慢车时的

$DCPA$ 与 Δv 的关系图 (实线)

虚线③为初始 RML 过本船尾, 虚线④为初始 RML 过本船首

图 3, 图 4 中: k 为初始 RML 与 EO 连线的夹角, 当初始 RML 过本船时 $k = 0$, 过本船首时 $k > 0$, 过本船尾时 $k < 0$.

4 对相关问题的讨论

1) 初始 $DCPA \neq 0$ 时 文中假设条件为初始 $DCPA = 0$, 当初始 RML 在本船前方或后方, 对于 $TCPA, DCPA$ 的描述仍服从以上规律.

(1) 当初始 RML 过本船首时, $TCPA$ 的变化服从 $\Delta v > 0$ 的曲线变化规律 (见图 2 实线), $DCPA$ 的变化规律见图 3, 4 的虚线②, ④.

(2) 当初始 RML 过本船尾时, $TCPA$ 的前期变化见图 2 虚线 d , $DCPA$ 的变化见图 3, 4 的虚线①, ③.

2) 能见度不良时, 构成相似会遇格局的两艘同等责任船采用减速避让措施时, $TCPA$ 和 $DCPA$ 的变化仍符合上述规律, 且实际意义更大.

5 结 论

经过上述分析, 可见 $TCPA$ 和 $DCPA$ 的变化随船速减幅的变化呈明显的规律, 笼统地说让路船减速后的 $TCPA$ 和 $DCPA$ 变大或变小都是

(下转第 376 页)

别. 不过使用普通滤波器的采集仪, 由于在提供的信号中包含了桩身自振频率的信息, 对了解桩身强度更有好处.

参 考 文 献

1 徐攸在, 刘兴满. 桩的动测新技术. 北京: 中国建筑工

业出版社, 1992. 216
2 向 阳, 彭 勇, 史习智. 基于小波变换的混凝土缺陷特征抽取研究. 武汉理工大学学报 (交通科学与工程版), 2002, 26(2): 147~ 150
3 王政梅, 周艳娥. 饱和土中沉管灌注桩常见缺陷及 Q-S 曲线特征. 贵州地质, 2000, 17(4): 279~ 282

Research on the Differences of Wave Shapes with Different Devices for Pile Detection

Wang Zhengmei¹⁾ Zhu Benlong²⁾ Zhang Qiang²⁾
(School of Transportation, WUT, Wuhan 430063)¹⁾
(Qufu Bureau of Communications, Qufu, 273100)²⁾

Abstract

Different wave shapes can be acquired in pile foundation with small strain by means of different types of instruments for detecting. This paper researches their characters of wave shapes using two kinds of instruments, one of which has common filter and the other can resist mix. The types, position and degree of pile defection can be well estimated according to the reflecting wave principle, so the quality of the pile foundation will be strictly controlled.

Key words filter; instruments for detecting; pile foundation; pile defection; different wave shapes

(上接第 372页)

不正确的. 作为驾驶员, 应根据实际会遇格局正确认识 TCPA和 DCPA的变化规律, 不能单纯追求 DCPA变化而忽视 TCPA的变化规律, 从而真正地做到用良好船艺来避让船舶, 实现船舶安全航行.

参 考 文 献

1 许昌如. 雷达模拟器标绘的数学解析. 武汉交通科技大学学报, 2000, 24(6): 634
2 李 勇. 长江船舶航行安全保障系统的建立. 武汉理工大学学报 (交通科学与工程版), 2001, 25(2): 220
3 吴兆麟. 船舶值班与避碰. 大连: 大连海事大学出版社, 1998. 163

Analysis on the Relation Between TCPA and DCPA's Changing Law Under Decreasing Range of Give-way Vessel in Crossing Situation

Weng Jianjun
(School of Navigation, WUT, Wuhan 430062)

Abstract

In crossing situation with a vessel approaching from forward of the beam, if decreasing speed is the only anti-collision measurement made by give-way vessel, TCPA and DCPA will regularly change with the decreasing range of give-way vessel's speed. This paper presents a comprehensive analysis on the relation between them. The conclusion will aid the vessel's pilot to make an optimum anti-collision decision.

Key words crossing situation; decreasing speed; TCPA; DCPA; changing law; anti-collision measurement